

KOMPONEN GAYA HAMBATAN KAPAL CEPAT

Iskendar

Pusat Teknologi Industri dan Sistem Transportasi,
Kedeputan Bidang TIRBR, BPPT

Abstract

Ship resistance is very importance to learn as we need to calculate the main power of the ship to reach the defined speed. In fact ship resistance has several components, which one and each other make interaction and mechanism in the emerging of ship resistance. This paper will focus on the explanation of the component of ship resistance in the case of high speed vessel.

Kata kunci : Hambatan kapal, kapal cepat.

1. PENDAHULUAN

Sketsa rinci hambatan kapal yang terdiri dari beberapa komponen hambatan kapal, interaksi antar komponen hambatan dan kuantitas interaksinya, merupakan beberapa hal yang menjadi perhatian para perancang kapal di dalam mendesain kapal-kapal cepat. Demikian juga bagaimana meruntut mekanisme terbentuknya komponen hambatan kapal termasuk cara menghitung atau memperkirakan besarnya hambatan pada kasus kapal cepat seperti hovercraft, flying boat, dan Wing in Surface Effect Ship. Hasil besaran hambatan ini terutama sangat diperlukan dalam menentukan besaran tenaga penggerak sebuah kapal untuk memenuhi kecepatan kapal sebagaimana yang diinginkan. Pada makalah ini penulis memfokuskan pokok bahasannya terhadap :

- 1). Sketsa rincian komponen hambatan kapal;
- 2). Interaksi dan kuantitasnya antar komponen hambatan kapal;
- 3). Mekanisme terbentuknya komponen hambatan pada kasus kapal cepat dan cara memperkirakannya.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Sketsa Rincian Komponen Hambatan Kapal

Formulasi empiris hambatan kapal seperti yang diusulkan oleh Holtrop mampu mengadopsi beberapa komponen hambatan kapal, sehingga jika dibandingkan dengan formulasi empiris lainnya hasil perhitungannya jauh lebih teliti. Para ahli bangunan kapal senantiasa menganjurkan

bahwa pemahaman terhadap komponen hambatan kapal akan menghasilkan perkiraan besaran hambatan kapal yang lebih teliti.

Hambatan kapal timbul di saat kapal bergerak di permukaan air yang mempunyai kekentalan dan kerapatan masa, serta adanya kondisi fisik permukaan air tersebut seperti adanya gelombang ataupun air dalam keadaan tenang, dsb.). Hambatan kapal ini merupakan gaya yang timbul karena pertemuan antara badan kapal yang tercelup air dengan gaya-gaya air yang bekerja pada elemen permukaan luasan basah pada kapal tersebut. Air yang mempunyai kerapatan masa dan kekentalan secara elementary dapat menimbulkan gaya normal dan tangensial terhadap permukaan basah badan kapal. Jika kita bandingkan dengan hambatan total akan terdiri dari hambatan tekanan yang diperoleh dari integral gaya normal dan hambatan gesek yang diperoleh dari integral gaya tangensial. Untuk menghitung masing-masing komponen hambatan ini pada umumnya diawali dengan perhitungan besaran hambatan kapal secara total, selanjutnya hambatan tekanan, dan selisihnya adalah hambatan gesek.

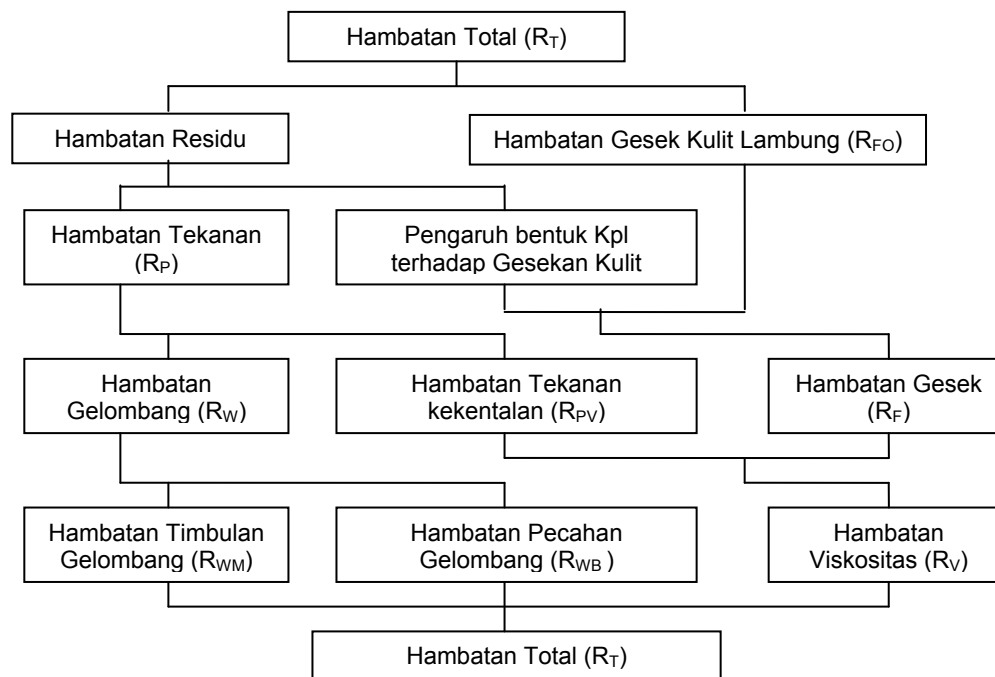
Besaran hambatan kapal secara nyata sulit diukur dari kapal sesungguhnya (full-scale), bahkan dapat dikatakan tidak dapat diukur dari kapal dalam skala 1 : 1, sehingga di samping formula empiris, pengukuran hambatan kapal dalam perancangan kapal pada umumnya dilakukan melalui pengujian subskala model. Pengukuran hambatan kapal di kondisi air tenang biasanya berupa penggabungan dari beberapa besaran komponen hambatan, di mana antar komponen hambatan ini saling berinteraksi, namun sangat sulit diukur secara sendiri-sendiri. Larson dan Baba (1996) menjelaskan konsep komponen hambatan kapal yang komprehensif

dengan metodologi yang modern sebagaimana digambarkan pada skema di bawah ini (lihat Gambar 1).

Hambatan Gesek

Pada gerakan kapal, partikel-partikel air yang dilalui kapal dan mempunyai kekentalan menempel di bagian permukaan lambung yang tercelup air dan bergerak sesuai dengan kecepatan kapal. Air yang beberapa saat telah menjauh dari badan kapal pada akhirnya akan kembali normal mengikuti kondisi air

sebagaimana kondisi di luar kapal menyerupai aliran *inviscid*. Pada kondisi ini bagian di antara permukaan badan kapal dan aliran air terdapat lapisan *boundary*. Perubahan kecepatan aliran yang sangat cepat pada arah normal menyebabkan terjadinya tegangan *shear* yang tinggi dalam lapisan *boundary*. Integral tegangan *shear* yang terjadi pada total luas permukaan basah badan kapal menghasilkan suatu hambatan gesek.



Gambar 1 : Skema konsep komponen hambatan kapal yang dijelaskan secara komprehensif dengan metodologi yang modern [3].

Hambatan Tekanan Karena Kekentalan

Model kapal yang bergerak pada posisi tercelup jauh dari permukaan air tidak akan menghadapi hambatan gelombang, namun hambatan yang timbul besar adalah hambatan gesek. Karena bentuk kapal yang sedemikian rupa, maka aliran lapisan *boundary* nya mempunyai kecepatan yang terkadang lebih tinggi atau lebih rendah dari kecepatan rata-rata dan menimbulkan tegangan *shear* yang lebih tinggi, di samping itu juga terjadi kehilangan energi karena karena pusaran dan perpecahan aliran di bagian belakang model kapal dan menghalangi terjadinya peningkatan tekanan di bagian belakang model kapal tersebut. Pada bentuk kapal yang

konvensional hambatan tekanan karena kekentalan air timbul lebih besar jika dibandingkan dengan bentuk kapal yang bentuknya silinderis.

Hambatan Gelombang

Hambatan gelombang tidak dapat diestimasi secara tepat dengan formula perancangan yang sederhana. Pada umumnya ditentukan melalui test model di "*towing tank*". Meskipun demikian, upaya kita secara teoritis menghitung besaran hambatan gelombang, maka kita akan kembali ke lebih dari 100 tahun yang lalu, di mana sampai saat ini hasilnya masih dirasa belum memuaskan. Saat ini perhitungan untuk menentukan besaran hambatan gelombang digunakan metode elemen

boundary yang menjadi alat standar, namun ketelitiannya juga baru sedikit memuaskan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Interaksi dan Kuantitasnya Antar Komponen Hambatan Kapal

Pada hakekatnya besaran hambatan kapal hanya hambatan total saja yang dibutuhkan untuk merancang kapal. Adapun mempelajari hambatan kapal yang dirinci menjadi beberapa komponen yang saling berinteraksi adalah merupakan hipotesis yang harus dianalisis lebih lanjut secara teliti. Dengan demikian memerlukan pendekatan analisis yang komprehensif untuk memperoleh hasil sebagaimana diharapkan.

Jika kita perhatikan komponen-komponen hambatan tersebut di atas maka aliran laminar dan profil gelombang menjadi faktor penentu besaran hambatan kapal (lihat gambar 2 s/d. 4), sehingga dapat dikatakan bahwa secara signifikan terdapat hubungan yang saling bergantung antar gesekan air dengan kulit lambung kapal dengan timbulan gelombang. Hal ini akan terlihat pada saat kapal mempunyai kecepatan tinggi, meskipun di saat kecepatan rendah fenomena timbulan gelombang terlihat lebih tinggi. Di lain hal range ketidaksesuaian antara berbagai evaluasi gesekan kapal atau pengaruh kekentalan air tidak mungkin lebih besar dari ketidaksesuaian antara berbagai formulasi gesekan kapal.

Gambar 2 dan 3 menunjukkan kurva hubungan antara koefisien tahanan dengan angka Froude dan angka Reynold salah satu hasil percobaan model pada sebuah kolam hidrodinamika, di mana :

$$C = R / \frac{1}{2} \rho v^2 S$$

Keterangan :

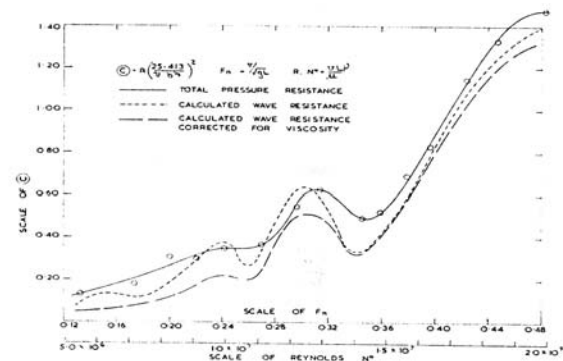
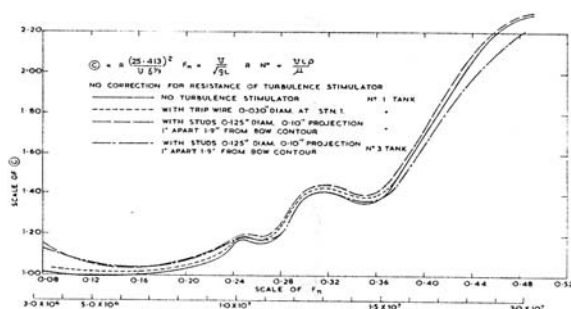
C = Koefisien hambatan kapal.

R = Hambatan kapal (N).

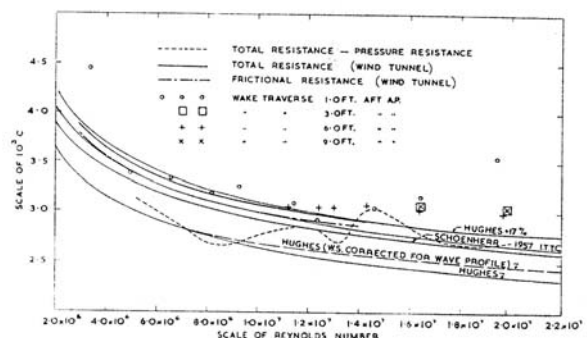
ρ = Kerapatan masa (kg/m³).

u = Kecepatan kapal (m/det).

S = Luas permukaan basah (m²).

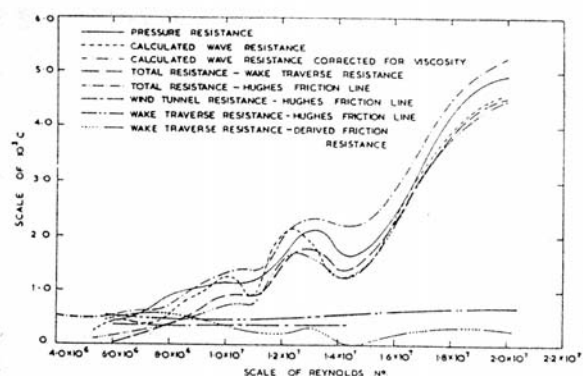


Gambar 2 dan 3 : Kurva koefisien hambatan C berdasarkan angka Froude dan angka Reynold [1].

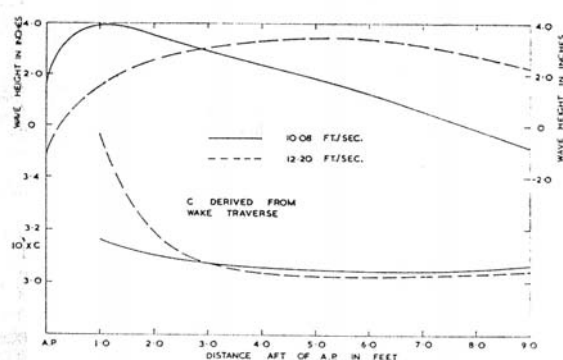


Gambar 4 : Kurva komponen hambatan kapal berdasarkan besaran angka Reynold [1].

Gambar 4 menunjukkan berbagai variasi interpretasi komponen hambatan kapal yang secara prinsip dapat diterima tergantung dari besaran angka Reynold dan dijelaskan melalui besaran kekentalan, gesekan permukaan badan kapal yang bukan merupakan besaran dari timbulan gelombang.



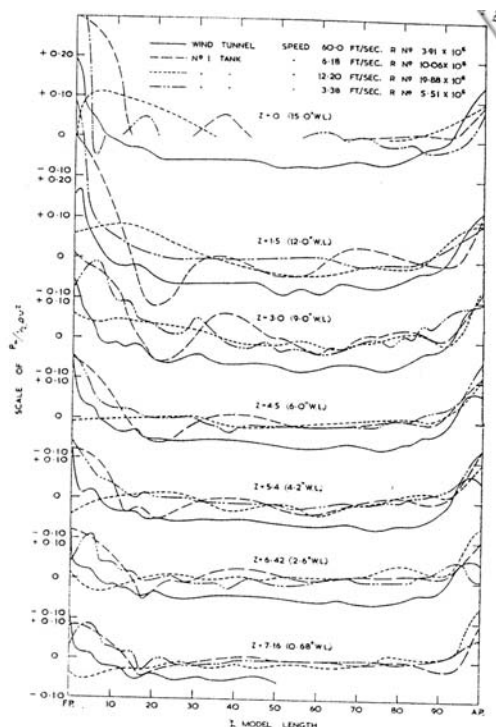
Gambar 5 : Kurva komponen hambatan kapal [1].



Gambar 6 : Kurva hambatan timbulan gelombang melintang dan profil gelombang [1].

Gambar 6 menunjukkan kurva koefisien wake melintang pada kondisi kecepatan tertinggi pada suatu percobaan model kapal yang diukur pada garis dasar kapal dari linggi buritan model kapal. Kurva ini juga sesuai dengan garis tengah profil gelombang, sehingga dapat menunjukkan hubungan antara hambatan wake melintang dengan kemiringan gelombang.

Dari uraian di atas dapat digabungkan ke dalam Gambar 7 di bawah ini, di mana dari gambar 7 ini menunjukkan hambatan gesek yang nyata terjadi pada kapal. Ini merupakan hasil dari pengurangan hambatan total kapal dengan hambatan tekanan.



Gambar 7 : Kurva profil perbandingan besaran tahanan tekanan [1].

3.2. Mekanisme Terbentuknya Kompo-Nen Hambatan Pada Kasus Kapal Cepat Dan Cara Memperkira- Kannya

Pada kapal-kapal yang mempunyai kecepatan tinggi seperti flying boat, WIG craft, hydrofoil, hovercraft, jetfoil dsb., pada umumnya terdapat daya angkat ke atas yang dapat mencakup daya *bouyancy*, *dynamic lift* dari foil ataupun body kapal itu sendiri pada saat proses planing, dan daya *aerostatic lift* dari bantalan udara. Hambatan hidrodinamik kapal cepat ini pada umumnya sangat rendah dan pada kurva hambatan kapal akan terlihat relatif datar. Pada kapal *surface effect* di mana terdapat daya apung dan daya *aerostatic lift*, kurva tahanan gelombangnya menunjukkan adanya punuk dan cekungan sebagaimana kapal konvensional biasa. Besaran punuk (hump) dan cekungan tahanan gelombang ditentukan oleh besaran kekuatan bantalan yang tergantung dari besaran rasio antara panjang kapal dengan lebar kapal (L/B).

Timbulan gelombang karena gerakan bagian kapal yang tercelup di bawah air serta adanya bantalan udara dapat disederhanakan dengan memperhatikan skala similaritas Froud. Didasarkan aliran potensial untuk sebuah tekanan terhadap benda yang bergerak juga dapat terjadi di sini. Hal ini karena pengaruh trim yang signifikan.

Untuk menentukan luasan permukaan basah karena adanya bantalan udara dibutuhkan kamera video untuk pengamatan lebih teliti. Hambatan gesek yang terjadi pada peralatan tidak dapat diabaikan demikian saja mengingat hal ini sulit dipisahkan dari pengukuran hambatan total sebagaimana yang diinginkan. Distribusi tekanan pada bantalan udara juga harus dikontrol, demikian juga aliran udaranya harus ditentukan. Dengan pemisahan-pemisahan komponen dalam pengujian akan sangat membantu dalam mengukur hambatan udara yang terjadi. Pengukuran hambatan total baik dari sisi hidrodinamik maupun aerodinamik secara eksperimental dilakukan di Towing Tank dan Wind Tunnel.

4. KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa : Hambatan kapal akan terbagi menjadi beberapa komponen yang mencakup tahanan karena gesekan dan tahanan tekanan karena kekentalan, serta tahanan karena gelombang. Interaksi antar komponen tahanan kapal tersebut dapat diindikasikan melalui besaran koefisien hambatan kapal dan besaran angka Reynold dan angka Froude. Untuk kapal cepat mekanisme terbentuknya komponen tahanan kapal berkembang dari tahanan yang terbentuk karena karakteristik gerak kapal. Kapal cepat mendapat gaya hidrostatis dan hidrodinamik, badan kapal yang tercelup di dalam air semakin kecil, sehingga menyebabkan tahanan kapal semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- JR. Shearer, & JJ. Cross, 1965, "The Experimental of the Components of Ship Resistance for A Mathematical Model", RINA, London.
- EO Tuck, DC Scullen & L Lazauskas, 2002, "Wave Pattern and Minimum Wave Resistance for High-Speed Vessel", The University of Adelaide, Australia, 24 th Symposium on Naval Hydrodynamics Fukuoka, Japan.
- Volker Bertram, 2002, "Practical Ship Hydrodynamics", Butterworth Heineman, Oxford.